

区域低碳创新系统综合评价研究

——以长江经济带为例

夏晓君, 邵俊岗

(上海海事大学 水运经济研究所, 上海 201306)

摘要:区域低碳创新系统的构建是应对全球气候变化的有效区域响应机制。以长江经济带为研究对象,探讨其区域低碳创新系统的发展状况。结合经济发展、能源消耗、资源利用、技术创新以及碳排放及处理这五个方面,构建了客观、可行的长江经济带低碳创新系统综合评价指标体系,并应用BP神经网络模型对其进行综合评价。指出长江经济带11个省市的低碳创新系统发展的差异情况,提出相应的对策建议。

关键词:长江经济带;区域低碳创新系统;低碳经济;BP神经网络模型

中图分类号:F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2016)03-0046-05

1 区域低碳创新系统评价研究的目的及意义

1.1 相关文献研究综述

区域低碳创新系统,指的是在特定区域内,与低碳技术创新全过程相关的政府、企业、高等院校、科研机构、中介服务机构、金融机构等组织机构和制度与机制等实现条件构成的网络体系^[1]。区域创新系统的概念由 Nicholas Cooke 首次提出的。关于创新系统的研究主要集中在创新系统的内涵^[2-3]、创新系统的发展模式^[4]、创新系统的绩效评价^[5]、区域创新系统能力提升的相关政策^[6]等方面。研究的方法众多,采用的指标体系也较为完整。在低碳经济内涵的研究上,国内外学者也主要从节能减排^[7]、市场价值^[8]与实现途径^[9]等方面进行研究。也有学者对低碳经济评价指标体系的构建原则、评价指标体系框架和实证研究方面进行了研究^[10]。低碳经济的本质要求是提高碳的生产力,关键在于低碳技术创新^[11]。在低碳技术创新研究成果上,国内外学者基本上认同低碳经济的技术创新属于突破性创新^[12],是对基于传统能源技术以及建立在传统能源基础上的经济社会转变的观点。综上,国内外学者都对区域创新评价、低碳经济评价进行了大量的研究,提供了比较可靠的分析框架,但是针对低碳创新系统的评价指标体系研究严重匮乏,本文的研究有助于弥补这方面研究的空白。

1.2 构建区域低碳创新系统评价指标体系的目的及意义

改革开放以来,长江经济带已发展成为我国综合实力最强、战略支撑作用最大的区域之一。长江经济带承东启西、辐射南北的区位优势,使之成为缩小地区差距、促进区域协调发展的重要抓手。虽然长江经济带的发展,面临着前所未有的机遇,但长江经济带要在新起点上实现持续健康发展,仍面临不少突出矛盾和问题。长江经济带地区主导产业多是高能耗产业,其生产上也存在落后性和低效性。这与当前经济社会低碳化发展模式之间有着深刻冲突,这种冲突决定了其区域经济发展必须从资源依赖型向创新驱动型转变,以突破资源、环境对其经济赶超态势的瓶颈约束。而要完成这一转变,在理论上则迫切需要区域创新研究领域的有效响应,对长江经济带区域低碳创新系统进行评价,并在此基础上,揭示各省市低碳创新系统发展差异的原因。带动长江经济带整个长江流域经济实现新的飞跃。

2 长江经济带区域低碳创新系统评价指标体系的构建

2.1 评价指标体系的构建

近年来,对创新系统评价体系的研究都是零零总总的,未曾形成统一的定论。本文借鉴已有学者的研究成果,建立的评价指标体系如表1所示^[1,13]。

收稿日期:2015-11-20

基金项目:上海海事大学学术新人基金项目(YXR2015065)。

作者简介:夏晓君(1991—),女,湖北黄冈人,上海海事大学水运经济研究所,硕士研究生,研究方向:项目评价与投资决策;邵俊岗,男,上海海事大学水运经济研究所,教授,硕士生导师,研究方向:项目评价理论与方法、创新和创业管理。

表 1 长江经济带低碳创新系统综合评价指标体系

目标层	准则层	指标层	单位	指标属性
长江经济带低碳创新系统综合评价指标体系	区域低碳经济发展水平	人均地区生产总值	元	正
		各地区居民消费水平	元	正
		各地区第三产业比重	%	正
	低碳创新能源消耗水平	单位地区生产总值电耗	万千瓦时/万元	负
		单位地区生产总值能耗	吨(标准煤)/万元	负
	低碳创新资源利用水平	各地区森林资源覆盖率	%	正
		建成区绿化覆盖率	%	正
		人均公园绿地面积	平方米	正
		每百人公共图书馆藏书	册	正
		高校及研究机构数量	个	正
	低碳技术创新水平	三项专利授权数	个	正
		技术市场成交合同金额	万元	正
		R&D人员全时当量	人年	正
		R&D经费支出占地区生产总值比重	万元	正
	碳排放及处理水平	人均排放强度	吨/人	负
		废气治理设施数	个	正
		空气质量达到二级以上天数占全年比重	%	正
		城镇生活污水处理率	%	正

2.2 原始数据采集与处理

依据《2013 年中国统计年鉴》、《2013 年中国城市年鉴》等统计年鉴,采集长江经济带 11 省市 2012 年相关数据,并对原始数据进行处理,构成长江经济带低碳创新系统综合评价的基础数据。对于碳排放总量的计算,主要借鉴研究文献中碳排放的计算方法,计算化石能源燃烧所产生的二氧化碳排放量。为精确起见,本文进一步将化石能源消费细分为煤炭、焦炭消、汽油、煤油、柴油、燃料油、天然气消费^[14]。所有化石能源消费数据都来自于《2013 中国能源统计年鉴》。

本文化石能源燃烧产生的二氧化碳排放量具体计算公式如下:

$$TC = \sum_{i=1}^7 EC_i = \sum_{i=1}^7 E_i \times CF_i \times CC_i \times COF_i \times$$

44
12

(1)

其中 TC 表示各类能源消费产的二氧化碳排放总量

的估计值; $i = 1, 2, \dots, 7$ 表示七种能源消费的种类; E_i 表示各地区第 i 种能源的消费量; CF_i 表示发热值; CC_i 表示碳含量; COF_i 表示氧化因子。上述数据可参照 IPCC 及国家气候变化对策协调小组办公室和国家发改委能源研究所提供的官方数据。

最终计算出的人均碳排放强度为各地区碳排放量与人均地区生产总值的比值。各地区空气质量达到二级以上天数占全年比重以各省的省会城市 2012 年的空气质量达到二级以上天数占全年比重的数据代替。

2.3 评价指标数据的预处理

评价指标预处理的目的是使具有不同类型和量纲的指标可以进行综合汇总。对评价指标做一致化处理的做法是将逆指标转为正指标。本文利用临界值法无量纲化转换。

3 长江经济带低碳创新系统评价模型的构建

3.1 BP 神经网络模型评价步骤

第一,在进行网络训练之前,要对各原始指标数据进行无量纲化,得到指标体系矩阵 X 。

第二,将 X 作为输入样本,计算得出输出值 Y ,将计算所得的 Y 与样本 Y 进行比较,若两者之间出现误差,就进入反向传播,不断修改权系数。

第三,经过神经网络的反复训练,最终达到整体误差最小,网络收敛较好的情形时,即可求得网络各层的权重值,并对每个神经元之间的权重加以量化处理。具体的公式如下:

$$R_{ij} = \sum_{k=1}^p W_{ki} (1 - e^{-X}) / (1 + e^{-X})$$

(2)

相关指数:

$$Y = R_{ij} = | (1 - e^{-Y}) / (1 + e^{-Y}) |$$

(3)

绝对影响系数权重:

$$S_{ij} = R_{ij} / \sum_{i=1}^m R_{ij}$$

(4)

其中: i 为神经网络输入单元, $i = 1, 2, \dots, m$; j 为神经网络输出单元, $k = 1, 2, \dots, p$; W_{ki} 为输入层神经元 i 和隐含层神经元 k 之间的权系数; W_{jk} 为输出层神经元 j 和隐含层神经元 k 之间的权系数。其中的 S 就是最终的指标体系的权重。

第四,各指标的权重得出后再按照总功效系数的运算方法求出各个省市的创新网络各准则层的得分以及综合得分。

3.2 求取评价指标体系权重

第一层,输入层:依据区域低碳创新系统的评价指标体系,将方案层指标数作为网络的输入层神经元

数,本文设定为 18 个。

第二层,隐含层:影响 BP 神经网络的精确度和学习效率高低的直接因素就是隐含层所包含的神经元的数量,所以本文采用如下几种常用的确定隐含层神经元个数的参考公式:

$$n_1 = \sqrt{n + m} + a; n_1 = \log_2 n; n_1 = \sqrt{nm}; n_1 = 2n + 1$$

其中, n 定义为输入层神经元个数, m 定义为输入层神经元个数, a 定义为[1,10]之间的常数。最终确定隐含层个数为 8。

第三层,输出层:运用 BP 神经网络模型求取区域创新网络中指标数据权重的过程,实质上就是对区域创新网络从定性到定量分析的过程。因此,本文将输出层神经元个数设定为 1 个。依据上述方法设定 BP 神经网络各层的个数。设期望误差为 0.000 01,运用 MATLAB 对 BP 神经网络进行训练,得出经 467 次训练后达到期望误差值,而且网络误差的收敛速度非常快,这就表示所有的样本训练达到网络训练的精度要求。由此求得各神经元之间的权值,利用式

(2)–(4)求得各准则层的目标权重值,依次命名为:
 $W_1 = 0.0753, W_2 = 0.0849, W_3 = 0.1287, W_4 = 0.4406, W_5 = 0.2705$;同时各指标层的权重值为:

$$W_1 = (0.1777, 0.4817, 0.3406) W_2 = (0.3865, 0.6135)$$

$$W_3 = (0.0847, 0.3091, 0.2043, 0.2233, 0.3799)$$

$$W_4 = (0.1335, 0.4537, 0.3274, 0.0854) W_5 = (0.1057, 0.2388, 0.535, 0.1205)$$

3.3 计算长江经济带各省市区域低碳创新系统综合得分

运用总功效系数法综合评价各省区的企业创新能力,具体的操作步骤如下:第一,因为文中的指标体系已全部转化为正指标,故满意值选取的是各指标中的最佳值,不允许值则是最坏值。第二,求出各指标的单项功效系数($p_i = y_i \times 40 + 60$, y_i 为第 i 个指标的经过一致化处理后的数据),最终结合 BP 神经网络算得的权重求出目标层各指标得分和准则层综合得分,结果如表 2 所示。

表 2 长江经济带低碳创新系统综合评价值

排名	地区	低碳经济发展水平得分	低碳创新能源消耗水平得分	低碳创新资源利用水平得分	低碳技术创新水平得分	碳排放及处理水平得分	区域低碳创新系统综合得分
2	上海	99.999 459 34	71.112 224 09	76.455 173 23	84.941 530 86	86.844 879 33	84.323 946 26
1	江苏	78.055 177 75	68.359 758 97	84.771 082 62	95.799 349 84	84.310 273 35	88.544 603 97
3	浙江	80.658 654 37	67.157 370 23	80.777 897 4	77.618 486 74	91.194 952 32	82.698 391 7
7	安徽	62.743 165 75	67.454 869 17	76.750 721 79	67.680 722 6	83.450 104 1	72.722 676 2
8	江西	63.424 919 98	70.723 841 62	86.595 243 7	62.301 308 43	83.171 982 72	71.873 136 31
4	湖北	66.741 506 25	67.450 755 35	78.633 105 45	71.312 721 67	76.625 152 88	74.887 984 18
6	湖南	66.866 024 63	68.851 313 17	75.459 877 6	65.188 350 69	84.953 838 65	74.221 405 06
5	重庆	68.933 159 2	67.695 241 14	79.835 575 09	64.018 764 78	86.947 194 81	74.557 476 93
10	四川	63.932 364 46	64.928 305 16	78.679 570 95	66.347 811 18	72.646 358 49	71.129 777 51
11	贵州	67.466 861 84	43.509	65.621 788 67	60.186 847 41	80.781 424	66.745 731 16
9	云南	65.338 206 65	54.381 139 84	75.135 830 36	61.283 748 04	89.316 588 18	71.735 409 02

3.4 聚类分析

为了更好的进行数据分析,本文对长江经济带各省区低碳创新系统综合得分进行聚类分析,所得结果如表 3 所示。

根据表 3 所示,各省区低碳创新系统的综合得分划分为三类,上海、江苏、浙江为第一类,湖北、湖南、安徽、江西、重庆、四川为第二类,贵州、云南为第三类。说明长江经济带低碳创新系统综合发展情况整体水平不均衡,区域之间差异较大。东部经济发达地区在低碳创新系统综合发展水平中处于领先地位,特别是在经济发展和技术创新两方面,都处在一个较高

的水平,在这三个因素的影响下,东部经济发达地区的低碳创新发展水平要远超过中西部地区。在能源消耗方面,西部与东中部的差异较为显著,西部在发展经济的同时要注重对环境的保护,减少资源能源消耗,注重绿色 GDP 的增长。在创新资源利用方面,除了贵州以外,其他各地区的差异较小。随着国家“西部大开发”经济政策的实施,贵州政府加大了对其社会服务和公共管理方面的投资,但由于受其本身地理位置和外部创新环境的影响,贵州的创新资源利用水平一直处在较为落后的状况。在碳排放及处理方面,湖北和四川情况较差,两省要采取严厉措施减少人均

碳排放强度,增加废气处理设施数,提高生活垃圾处 理率,提高空气质量。

表 3 聚类分析冰状图

Number of clusters	Case																				
	11: YN		10: GZ		9: SC		6: HB		5: JX		8: CQ		7: HN		4: AH		3: ZJ		2: JS		1: SH
1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
3	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
4	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X
5	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X
6	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X		X		X
7	X		X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X		X		X
8	X		X		X	X	X		X		X	X	X	X	X		X		X		X
9	X		X		X	X	X		X		X		X	X	X		X		X		X
10	X		X		X		X		X		X		X	X	X		X		X		X

4 政策建议

4.1 加强长江经济带各地区低碳经济的发展

经济低碳化主要在于调整现有高碳排放能源体系。一方面,在我国化石能源使用份额较大的情况下,要提高化石能源的清洁高效利用的效率。比如可以采用燃烧前煤炭加工转化技术、燃烧后煤气脱硫技术,还可以通过智能化电网改造,提高太阳能和风能发电不稳定供电的问题,减少电能在线路上的损耗等。另一方面,在我国经济保持持续增长而能源有限的基础上,要加强对非化石能源的开发利用,要加深对新能源的开发,要推广对可再生能源的大范围使用。

4.2 提高长江经济带区域低碳创新系统的开放性

创新作为当前经济发展的原动力,加强区域创新的协调发展对于我国各地区经济的均衡发展意义重大。在我国受行政区域划分以及地方保护主义的影响,我国各区域之间并不是完全开放的,区域间交易成本高。而区域内部趋于保守的企业往往只是局限于内部资源,导致最终企业内部创新的质量数量不高,产品缺乏市场竞争力。所以政府不应该仅仅局限于自身所在的行政区域内,应该积极同其他外界区域进行沟通交流,使企业可以在更大范围内实现创新资源的合理配置;提高区域内企业创新能力和凝聚力。总而言之,通过创新资源在区域内外形成合理的沟通合作机制,实现资源共享。这对于实现东、中、西部地区经济的快速发展,缩小地区间的经济差距,构建和谐社会有着重要的现实意义。

参考文献

省为例[J]. 科学与科学技术管理,2011,32(7):52—57.

[2] SCHIENSTOCK G. Structural competitiveness and learning regions[J]. Enterpriseand Innovation Management Studies, 2000,1(3):265—280.

[3] 冯之浚,牛文元. 低碳经济与科学发展[J]. 中国软科学,2009(8):13—19.

[4] COOKEP URANGA MIG,ETXEBARRIA G. Regional systems of innovation: an evolutionary perspective[J]. Environment and Planning,1998,30:1563—1584.

[5] 官建成,何颖,基于 DEA 方法的区域创新系统的评价[J]. 科学学研究,2005(2):265—272.

[6] ROBERTKAISER, HEIKO PRANGE. Managing diversity in a system of multi-level governance; the open method of coordination in innovation policy[J]. Journal of European PublicPolicy,2004,11 (2):249—266.

[7] JOHNSTON R. Technology foresight for wiring up the national innovation system[J]. Technological Forecast-ting and Social Change,1999,60: 37—54.

[8] 鲍建强. 低碳经济:人类经济发展方式的新变革[J]. 中国工业经济,2008(4):153—160.

[9] 付允. 低碳经济的发展模式研究[J]. 中国人口·资源与环境,2008(3):1—3.

[10] 庄贵阳. 低碳经济内涵及综合评价指标体系构建[J]. 经济学动态,2011(1):132—136.

[11] 何建坤. 发展低碳经济,关键在于低碳技术创新[J]. 绿叶, 2009(1):46—50.

[12] 胡鞍钢. “绿猫”模式的新内涵—低碳经济[J]. 世界环境, 2008(2):26—28.

[13] 朱晓霞,王玉英. 价值管理视角下的中小企业自主创新能力评价研究[J]. 科技进步与对策,2009(12):175—177.

[14] 刘亦文. 中国碳排放的省域差异及影响因素的实证研究[J]. 经济数学,2014,31(4):75—80.

(下转第 53 页)

[1] 陆小成. 区域低碳创新系统综合评价实证研究——以中部六

[2] 尹正江. 海南中部地区黎苗文化生态乡村旅游开发研究[J]. 江西农业科学, 2009, 21(5): 150—153.

[3] 王永挺. 海南中部民族地区乡村旅游发展研究[J]. 价值工程, 2008(12): 41—43.

[4] 李颜. 乡村旅游与海南中部民族地区文明生态村建设互动整合[J]. 科技广场, 2009(1): 81—83.

[5] 王政. 建立海南中部生态特区, 推动国际旅游岛建设[C]//生态文明·绿色崛起——第四届中国(海南)生态文化论坛论文集, 2010: 208—214.

[6] 刘一梅, 谢恬, 等. 海南中部民族地区生态旅游发展 SWOT 分析[J]. 科技信息, 2009(12): 372—374.

[7] 江军, 过建春. 海南中部建设生态旅游特区的对策研究[J]. 琼州学院学报, 2011, 18(5): 93—95.

[8] 王启珊, 黎治潭. 海南中部地区旅游业发展的 SWOT 分析及路径选择[J]. 海南广播电视大学学报, 2013(2): 79—83.

[9] 马丽霞, 喻晓玲, 杨洁明. 基于 SWOT 定量法的塔克拉玛干沙漠旅游开发战略研究[J]. 企业经济, 2015(2): 148—151.

The Strategy of Tourism Development in Minority Region
Based on Quantitative SWOT Model

——A case of minority region in central Hainan

ZHANG Qiao, CAI Dao-cheng

(Tourism School, Qiongzhou University, Sanya Hainan 572022, China)

Abstract: Getting the data by the experts' investigation methods and the interview methods, this paper analyzed the internal strength, weakness and the external opportunities, threats; computes the strategic direction angle θ and the strategic intension index ρ . The results suggests that we should apply the opportunity and opening strategy by making use of external opportunities, exploiting the advantages, avoiding the external threats and overcoming internal weakness. At last, this paper put up forward the strategy focus of the tourism development in the minority region in central Hainan according the above results.

Key words: the central Hainan; minority region; tourism development; development strategy

(上接第 49 页)

Research on Evaluation of Regional Low Carbon Innovation System

——Taking Yangtze river economic zones as an example

XIA Xiao-jun, SHAO Jun-gang

(Research Institute of Water Transport Economy, Shanghai Maritime University, Shanghai 201306, China)

Abstract: The construction of regional low carbon innovation system is an effective regional response mechanism to global climate change. Taking the Yangtze River Economic Zone as the research object, this paper discusses the development of the regional low carbon innovation system. Economic development, energy consumption, resource utilization, technological innovation together with carbon emissions and treatment these five aspects are combined to construct an objective and feasible comprehensive evaluation index system of the Yangtze River Economic Zone, and apply BP neural network model for its comprehensive evaluation. The difference among the development of low carbon innovation system in the Yangtze River Economic Zone in 11 provinces and cities is pointed out, and the corresponding countermeasures are put forward.

Key words: Yangtze river economic zones; regional low carbon innovation system; low-carbon economy; BP neural networks model